

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
10 juin 2004 (10.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/048800 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : F16F 1/10,
1/02, G04B 1/14

(74) Mandataire : GLN GRESSET & LAESSER NEUCHÂ-
TEL; Puits-Godet 8A, CH-2000 Neuchâtel (CH).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/CH2003/000709

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international :
30 octobre 2003 (30.10.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02026147.5 25 novembre 2002 (25.11.2002) EP

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
CSEM CENTRE SUISSE D'ELECTRONIQUE ET
DE MICROTECHNIQUE SA [CH/CH]; Jaquet-Droz 1,
CH-2007 Neuchâtel (CH).

(72) Inventeurs; et

Publiée :

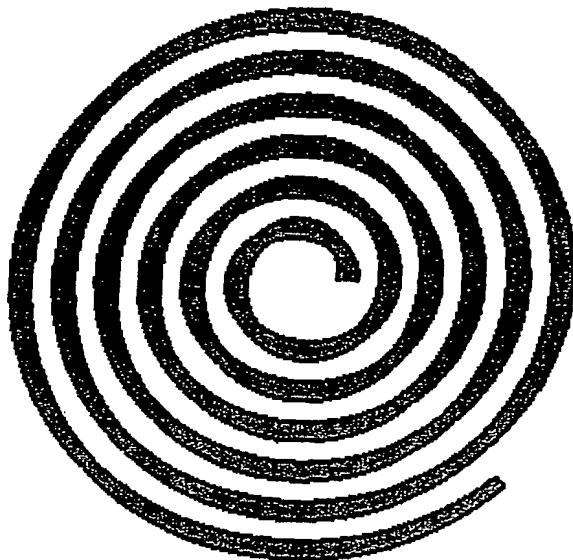
(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : BOUR-
GEOIS, Claude [CH/CH]; Ministre 18, CH-2014 Bôle
(CH). PERRET, André [CH/CH]; Vergers 3, CH-2206
Les Geneveys-sur-Coffrane (CH). HOOGERWERF,
Arnold, Christiaan [NL/CH]; En Rueta 3, CH-2036
Cormondrèche (CH).

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: WATCH HAIRSPRING AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre : RESSORT SPIRAL DE MONTRE ET SON PROCEDE DE FABRICATION



(57) Abstract: The invention mainly concerns a hairspring
designed to equip the balance wheel of a mechanical timepiece,
consisting of a helical bar (10) obtained from cutting out a
single-crystal silicon plate {101}. Its structure and its dimensions
are calculated so as to minimize thermal drift of the balance
wheel/hairspring assembly through first and second temperature
coefficients of its spring rate.

(57) Abrégé : L'invention concerne principalement un ressort spiral
destiné à équiper le balancier d'une pièce d'horlogerie mécanique.
Il est formé d'un barreau (10) en spirale issu du découpage d'une
plaque {001} de silicium monocristallin. Sa structure et ses dimen-
sions sont calculées de manière à minimiser la dérive thermique de
l'ensemble balancier-spiral par le biais des premier et deuxième co-
efficients thermiques de sa constante de rappel.

WO 2004/048800 A1

BEST AVAILABLE COPY

RESSORT SPIRAL DE MONTRE ET SON PROCEDE DE FABRICATION

La présente invention se rapporte à l'organe régulateur des pièces d'horlogerie, appelé balancier-spiral. Elle concerne, plus particulièrement, d'une part, un ressort spiral destiné à équiper le balancier d'une pièce d'horlogerie mécanique et, d'autre part, un procédé de fabrication de ce spiral.

L'organe régulateur des montres mécaniques est composé d'un volant d'inertie, appelé balancier et d'un ressort en spirale, appelé spiral ou ressort spiral, fixé par une extrémité sur l'axe du balancier et par l'autre extrémité sur un pont, appelé coq, dans lequel pivote l'axe du balancier.

Le balancier-spiral oscille autour de sa position d'équilibre (ou point mort). Lorsque le balancier quitte cette position, il arme le spiral. Cela crée un couple de rappel qui, lorsque le balancier est libéré, le fait revenir à sa position d'équilibre. Comme il a acquis une certaine vitesse, donc une énergie cinétique, il dépasse son point mort jusqu'à ce que le couple contraire du spiral l'arrête et l'oblige à tourner dans l'autre sens. Ainsi, le spiral régule la période d'oscillation du balancier.

Plus précisément, le ressort spiral équipant, à ce jour, les mouvements de montres mécaniques est une lame métallique élastique de section rectangulaire enroulée sur elle-même en spirale d'Archimède et comportant de 12 à 15 tours. On rappellera que le spiral est principalement caractérisé par son couple de rappel M , exprimé en première approximation par la formule:

$$M = E/L (w^3 \cdot t / 12 \cdot \varphi)$$

avec :

- E : module d'Young de la lame [N/m^2],
- t : épaisseur du spiral,
- w : largeur du spiral,

- L : longueur du spiral,
- φ : angle de torsion (rotation du pivot)

On comprendra aisément que la constante de rappel ou rigidité d'un spiral

$$C = M/\varphi,$$

qui caractérise le couple de rappel par unité d'angle de torsion, doit être le plus constant possible, quels que soient, notamment, la température et le champ magnétique. La matière utilisée a donc une importance primordiale.

Actuellement, on utilise des alliages complexes, tant par le nombre des composants (fer, carbone, nickel, chrome, tungstène, molybdène, béryllium, niobium...) que par les procédés métallurgiques utilisés. Le but recherché est d'obtenir une autocompensation des variations du module d'élasticité du métal en combinant deux influences contraires: celle de la température et celle de la magnétocontraction (contraction des corps magnétiques sous l'effet de l'aimantation).

Les spiraux métalliques actuels sont difficiles à fabriquer. Tout d'abord, en raison de la complexité des procédés utilisés pour réaliser les alliages, les propriétés mécaniques intrinsèques du métal ne sont pas constantes d'une production à l'autre. Ensuite, le réglage, qui est la technique permettant de faire en sorte que la montre indique en tout temps l'heure la plus juste, est fastidieux et long. Cette opération nécessite de nombreuses interventions manuelles et beaucoup de pièces défectueuses doivent être éliminées. Pour ces raisons, la production est coûteuse et le maintien d'une qualité constante est un défi permanent.

Le document DE 101 27 733 décrit un spiral en silicium recouvert d'une couche qui peut être en dioxyde de silicium, oxynitride de silicium, nitrure de silicium, carbure de silicium ou en polymère afin de renforcer sa stabilité thermique, particulièrement à haute température (800°C). Cette technique est toutefois trop empirique et donc insuffisamment précise pour permettre son application à un spiral de montre.

La présente invention a pour but de fournir un spiral dont la dérive thermique est corrigée de manière beaucoup plus fine que dans le document ci-dessus, ce qui permet son utilisation dans l'horlogerie.

De façon plus précise, l'invention concerne un ressort spiral destiné à équiper le balancier d'une pièce d'horlogerie mécanique et formé d'un barreau en spirale issu du découpage d'une plaque {001} de silicium monocristallin, dont les spires ont une largeur w et une épaisseur t . Selon l'invention, le barreau formant le ressort spiral est structuré et dimensionné de manière à minimiser la sensibilité à la température par le biais du premier (C_1) et du deuxième (C_2) coefficients thermiques de sa constante de rappel C .

Pour minimiser le premier coefficient thermique (C_1), le barreau comporte une âme en silicium et une couche externe d'épaisseur ξ formée autour de cette âme et constituée d'un matériau présentant un premier coefficient thermique du module d'Young E opposé à celui du silicium. De préférence, la couche externe est réalisée en oxyde de silicium (SiO_2) amorphe. Son épaisseur est environ 6% de la largeur w du barreau.

Pour minimiser le deuxième coefficient thermique (C_2), la largeur w du barreau est modulée de façon périodique en fonction de l'angle θ définissant l'orientation de chacun de ses points en coordonnées polaires. La modulation peut aussi, avantageusement, être réalisée de manière à ce que la rigidité locale à la flexion du barreau soit constante.

Afin d'optimiser le comportement thermique du ressort spiral, l'épaisseur t du barreau, sa largeur w , modulée dans le plan du spiral, et l'épaisseur de la couche d'oxyde de silicium ξ ont des valeurs pour lesquelles la dérive thermique de la constante de rappel C est minimale dans un domaine de température donné.

L'invention concerne également un procédé pour déterminer les dimensions optimales du ressort spiral qui vient d'être défini. Ce procédé consiste, successivement, à :

- exprimer mathématiquement la rigidité du spiral en fonction de son épaisseur t , de sa largeur w , modulée dans le plan du spiral, de l'épaisseur ξ de la couche d'oxyde de silicium, de l'anisotropie élastique du silicium et de la température;
- calculer le comportement thermique, en particulier les deux premiers coefficients thermiques de la constante de rappel du ressort spiral (C_1 et C_2), pour toutes les combinaisons de valeurs possibles des paramètres t , w , ξ dans un domaine de température donné; et
- retenir les combinaisons t , w , ξ pour lesquelles les dérivées thermiques de ces coefficients sont minimales.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, faite en regard du dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 représente un ressort spiral selon l'invention ;
- la figure 2 montre un segment de ce spiral, en coupe longitudinale en a et en coupe transversale en b, de manière à illustrer les références des paramètres utiles à la description ; et
- la figure 3 illustre l'anisotropie du module d'Young dans le plan {001} du silicium.

Le spiral selon l'invention, représenté en 10 sur les figures 1 et 2, est un barreau découpé en spirale issu de l'usinage, par exemple par plasma, d'une plaque {001} de silicium monocristallin. Ce matériau est amagnétique et conformable à volonté, et permet des coûts de fabrication faibles.

Malheureusement, on remarque qu'il est difficile d'obtenir un ressort spiral en silicium à constante de rappel C constante car le module d'Young E de ce

barreau est fortement influencé par la température. Il est donc indispensable de compenser cet effet.

Lorsqu'on modélise la sensibilité à la température d'une structure élastique, il est d'usage de faire intervenir les coefficients thermiques de sa constante de rappel C , tels qu'ils apparaissent dans une série mathématique du type :

$$C = C_0 (1 + C_1 \Delta T + C_2 \Delta T^2 \dots),$$

dans laquelle C_0 est la valeur nominale de la constante de rappel C et C_1 et C_2 sont, respectivement, ses premier et deuxième coefficients thermiques. Seuls les deux premiers coefficients sont pris en compte ici, les suivants étant négligeables.

On comprendra donc que, pour obtenir une constante de rappel C peu sensible à la température, on cherche à minimiser les coefficients thermiques C_1 et de C_2 .

Il faut rappeler que le silicium monocristallin présente une anisotropie cristalline. Dans le plan $\{001\}$, la direction $\langle 110 \rangle$ est plus rigide que la direction $\langle 100 \rangle$, ce qui, bien sûr, influence la rigidité en flexion du spiral 10.

Le module d'Young $E^{(a)}$ du plan $\{001\}$ du silicium peut s'exprimer, à l'instar de la constante de rappel, par une série mathématique du type :

$$E^{(a)} = E_0^{(a)} (1 + E_1^{(a)} \Delta T + E_2^{(a)} \Delta T^2),$$

dans laquelle $E_0^{(a)}$ est la valeur nominale du module d'Young $E^{(a)}$ et $E_1^{(a)}$ et $E_2^{(a)}$ sont, respectivement, ses premier et deuxième coefficients thermiques. Ces trois coefficients sont particulièrement représentés sur la figure 3 en fonction de l'orientation par rapport aux axes cristallographiques.

Le premier coefficient thermique $E_1^{(a)}$ du module d'Young est fortement négatif (-60 ppm/°C environ) et la valeur nominale du module d'Young $E_0^{(a)}$ est de 148 GPa dans la direction $\langle 100 \rangle$ du plan $\{001\}$. La dérive thermique d'un ressort spiral en silicium est ainsi d'environ 155 secondes/jour dans le domaine horloger

$23^{\circ}\pm 15^{\circ}\text{C}$. Cela le rend incompatible avec les exigences horlogères qui sont de l'ordre de 8 secondes/jour.

Pour compenser cette dérive, le spiral 10 selon l'invention est constitué d'une âme en silicium 12 et d'une couche extérieure 14 en SiO_2 , dont le premier coefficient thermique $E_1^{(b)}$ est fortement positif. Il est d'environ $+215 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ et la valeur nominale de la rigidité $E_0^{(b)}$ est d'environ 72.4 Gpa.

Cette structure trilame symétrique, obtenue par oxydation thermique selon tout procédé connu, permet ainsi d'agir sur la stabilité thermique de la rigidité globale du spiral en flexion planaire.

On peut montrer que, pour un spiral découpé dans le plan $\{001\}$, il y a une minimisation optimale du premier coefficient thermique C_1 de la constante de rappel du spiral lorsque l'épaisseur de la couche d'oxyde 14 représente environ 6% de la largeur du ressort spiral.

Selon l'invention, le deuxième coefficient thermique C_2 peut être minimisé par la modulation de la largeur w du spiral, qui est la dimension située dans son plan d'enroulement, en fonction de l'angle θ qui caractérise l'orientation de chacun de ses points en coordonnées polaires.

Comme le montre la figure 1, la modulation peut être réalisée en rendant le spiral plus mince dans la direction rigide $\langle 110 \rangle$ et plus épais dans la direction moins rigide $\langle 100 \rangle$. Il est ainsi possible de compenser l'anisotropie du silicium et d'obtenir une rigidité locale à la flexion constante. Le spiral est alors dit équilibré élastiquement.

Dans ce cas particulier, si on appelle w_0 une largeur de référence du spiral dans le plan $\{001\}$, la largeur w varie en fonction de l'angle θ selon la relation :

$$w = w_0 \sqrt[3]{1 - \frac{1 - \frac{\bar{S}_{12,0}}{\bar{S}_{11,0}} - \frac{1}{2} \frac{\bar{S}_{44,0}}{\bar{S}_{11,0}}}{2} \sin^2(2\theta)}, \quad [\text{m}]$$

dans laquelle \bar{s}_{11} \bar{s}_{44} \bar{s}_{12} sont les trois coefficients élastiques indépendants du silicium dans les axes cristallographiques, connus de l'homme de métier, tels que définis dans la publication de C. Bourgeois et Al. « Design of resonators for the Determination of the Temperature Coefficients of Elastic Constants of Monocrystalline Silicon » (Proc. 51th Annual Frequency Control Symposium, 1997, 791-799).

Plus concrètement, on comprend aisément que plusieurs paramètres interviennent de façon interdépendante et que, par exemple, l'amélioration du comportement thermique obtenue avec une certaine modulation de la largeur w ne sera pas identique pour toutes les épaisseurs d'oxyde et pour toutes les orientations cristallines du spiral.

Pour faciliter la détermination des valeurs optimales des différents paramètres, le procédé selon l'invention consiste à examiner, par exemple, la variabilité des coefficients thermiques de la constante de rappel C d'un spiral tel que décrit ci-dessus, en fonction de ces paramètres.

Les paramètres impliqués dans la détermination de C sont le module d'Young $E^{(a)}$ du silicium, le module d'Young $E^{(b)}$ de l'oxyde de silicium et les grandeurs géométriques illustrées sur la figure 2 :

- t = épaisseur du spiral (constante) [m]
- w = largeur du spiral dans le plan {001} [m]
- ξ = épaisseur de l'oxyde (constante) [m]

D'après la théorie des multilames, le module d'Young E équivalent en flexion d'un barreau de silicium recouvert d'une couche d'oxyde de silicium peut être modélisé dans une section locale selon la relation suivante :

$$E = (E^{(a)} - E^{(b)}) \left(1 - \frac{2\xi}{w}\right)^3 \left(1 - \frac{2\xi}{t}\right) + E^{(b)}$$

Comme, dans le cas du spiral 10, $\frac{\xi}{w} \ll 1$ et $\frac{\xi}{t} \ll 1$, l'équation devient :

$$E = E^{(a)} - (E^{(a)} - E^{(b)}) \left(\frac{6\xi}{w} + \frac{2\xi}{t} \right)$$

La constante de rappel C du ressort spiral et ses deux premiers coefficients thermiques C_1 et C_2 sont déterminés par intégration, sur toute sa longueur, de l'expression de la rigidité locale, elle-même fonction des expressions de E, t, w et ξ .

On peut montrer alors que le premier coefficient thermique C_1 est essentiellement fonction de ξ , tandis que le deuxième coefficient thermique C_2 dépend surtout de w.

Ensuite, il ne reste plus qu'à calculer, au moyen d'un ordinateur, les valeurs des coefficients thermiques C_1 et C_2 pour toutes les combinaisons de valeurs possibles des paramètres t, w, ξ . Les triplets t, w, ξ pour lesquels la dérive thermique de la constante de rappel C du ressort spiral est minimum dans un intervalle de température donné, sont extraits de l'ensemble des combinaisons possibles.

On peut alors choisir le triplet correspondant au spiral dont la constante de rappel C, déterminée à l'aide de la formule déjà donnée, est la mieux adaptée à l'application horlogère souhaitée.

Le spiral peut enfin être réalisé selon les indications fournies par le calcul.

Ainsi est proposé un spiral en silicium dont la sensibilité à la température est réduite au minimum. Il est prêt à être utilisé et ne nécessite aucun réglage, ni opération manuelle particulière.

La description qui précède n'est qu'un exemple particulier et non restrictif d'un spiral à base de silicium selon l'invention. Ainsi, la seule compensation thermique fournie par la couche d'oxyde est déjà satisfaisante en vue d'une utilisation dans des montres de gamme moyenne et la modulation de la largeur w est facultative.

REVENDEICATIONS

1. Ressort spiral destiné à équiper le balancier d'une pièce d'horlogerie mécanique et formé d'un barreau (10) en spirale issu du découpage d'une plaque {001} de silicium monocristallin, dont les spires ont une largeur w et une épaisseur t , caractérisé en ce que ledit barreau de silicium est structuré et dimensionné de manière à minimiser les premier (C_1) et deuxième (C_2) coefficients thermiques de sa constante de rappel C .
2. Ressort spiral selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour minimiser le premier coefficient thermique (C_1), ledit barreau comporte une âme (12) en silicium et une couche externe (14) d'épaisseur ξ formée autour de l'âme en silicium et constituée d'un matériau présentant un premier coefficient thermique du module d'Young opposé à celui du silicium.
3. Ressort spiral selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite couche externe (14) est réalisée en oxyde de silicium (SiO_2) amorphe.
4. Ressort spiral selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'épaisseur ξ de ladite couche externe (14) représente environ 6% de la largeur w du barreau.
5. Ressort spiral selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour minimiser le deuxième coefficient thermique (C_2), la largeur dudit barreau est modulée, de façon périodique, en fonction de l'angle θ définissant l'orientation de chacun de ses points en coordonnées polaires.
6. Ressort spiral selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour minimiser le deuxième coefficient thermique (C_2), la largeur dudit barreau est modulée de manière à ce que sa rigidité locale à la flexion soit constante.
7. Ressort spiral selon la revendication 6, caractérisé en ce que la modulation est effectuée selon la formule :

$$w = w_0 \sqrt[3]{1 - \frac{1 - \frac{\bar{s}_{12.0}}{\bar{s}_{11.0}} - \frac{1}{2} \frac{\bar{s}_{44.0}}{\bar{s}_{11.0}}}{2} \sin^2(2\theta)}$$

dans laquelle \bar{s}_{11} , \bar{s}_{44} , \bar{s}_{12} sont les trois coefficients élastiques indépendants du silicium dans les axes cristallographiques.

8. Ressort spiral selon les revendications 2 et 5, caractérisé en ce que, pour minimiser les premier (C_1) et deuxième (C_2) coefficients thermiques, l'épaisseur t du barreau, sa largeur w dans le plan $\{100\}$ et l'épaisseur ξ de la couche d'oxyde de silicium ont des valeurs pour lesquelles la dérive thermique de la constante de rappel C du ressort spiral est minimum dans un intervalle de température donné.
9. Procédé pour déterminer les dimensions optimales du ressort spiral selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il consiste, successivement, à :
 - exprimer mathématiquement la rigidité du spiral en fonction de son épaisseur t , de sa largeur w modulée dans le plan du spiral, de l'épaisseur ξ de la couche d'oxyde de silicium, de l'anisotropie élastique du silicium et de la température;
 - calculer le comportement thermique, en particulier les deux premiers coefficients (C_1 , C_2) de la constante de rappel du ressort spiral pour toutes les combinaisons de valeurs possibles des paramètres t , w , ξ , dans un domaine de température donné; et
 - retenir les combinaisons t , w , ξ pour lesquelles les dérivées thermiques desdits coefficients (C_1 et C_2) sont minimales.
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il consiste, finalement, à calculer la largeur w du spiral en tout point par la formule :

$$w = w_0 \sqrt[3]{1 - \frac{1 - \frac{\bar{s}_{12.0}}{\bar{s}_{11.0}} - \frac{1}{2} \frac{\bar{s}_{44.0}}{\bar{s}_{11.0}}}{2} \sin^2(2\theta)}$$

dans laquelle \bar{s}_{11} \bar{s}_{44} \bar{s}_{12} sont les trois coefficients élastiques indépendants du silicium dans les axes cristallographiques.

1/2

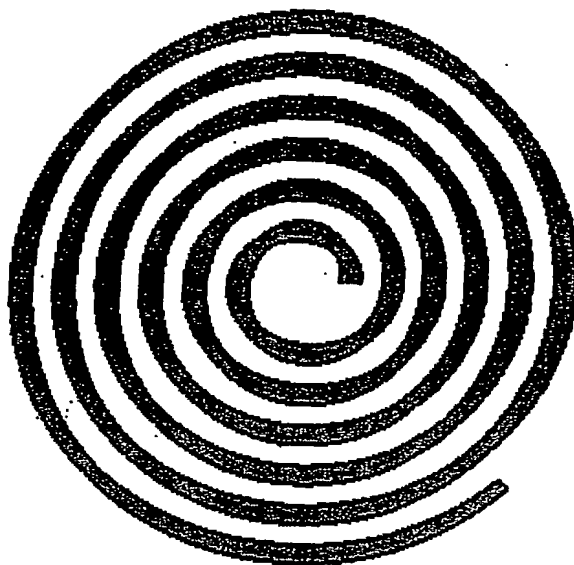


Figure 1

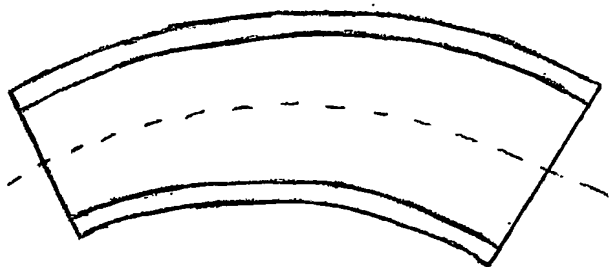


Figure 2a

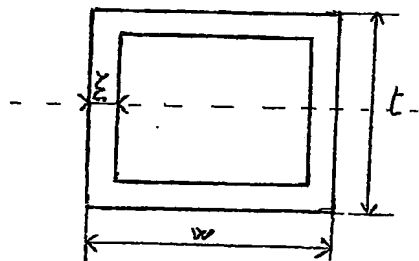


Figure 2b

BEST AVAILABLE COPY

2/2

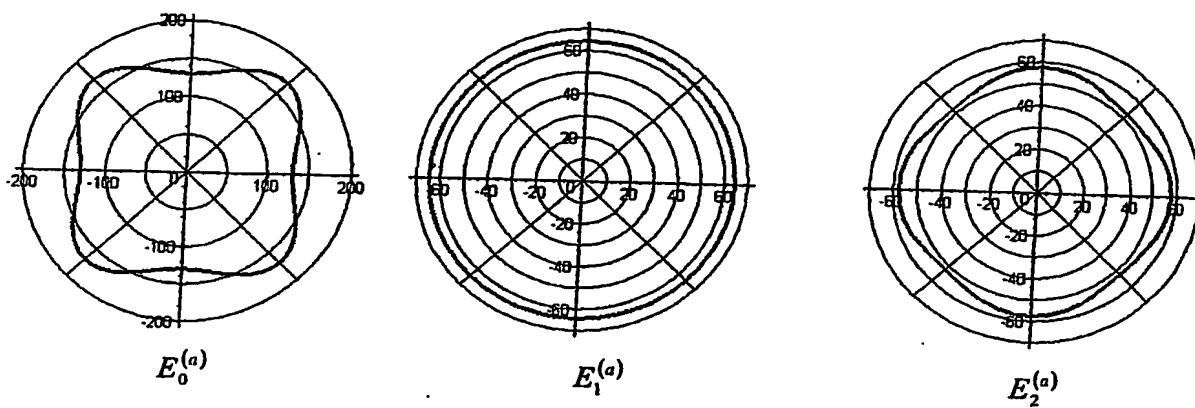


Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/CH 03/00709

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16F1/10 F16F1/02 G04B1/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16F G04B G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 408 (M-1647), 29 July 1994 (1994-07-29) & JP 06 117470 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP), 26 April 1994 (1994-04-26) abstract	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 265 (M-515), 10 September 1986 (1986-09-10) & JP 61 088033 A (KYOCERA CORP), 6 May 1986 (1986-05-06) abstract	1
P, X	DE 101 27 733 A (SILICIUM ENERGIESYSTEME E K DR) 6 February 2003 (2003-02-06) the whole document	1
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 February 2004

Date of mailing of the international search report

11/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pemberton, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 03/00709

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 922 756 A (HENRION W S) 8 May 1990 (1990-05-08) column 3, paragraph 2 ---	2, 3
A	WO 02 04836 A (HARA TATSUO ; SEIKO EPSON CORP (JP)) 17 January 2002 (2002-01-17) claims 1,2 ---	2, 3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 208 (M-1249), 18 May 1992 (1992-05-18) & JP 04 034226 A (TOSHIBA CORP), 5 February 1992 (1992-02-05) abstract ---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 501 (C-0996), 16 October 1992 (1992-10-16) & JP 04 185698 A (SEIKO EPSON CORP), 2 July 1992 (1992-07-02) abstract -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 03/00709

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 06117470	A	26-04-1994	NONE	
JP 61088033	A	06-05-1986	NONE	
DE 10127733	A	06-02-2003	DE 10127733 A1	06-02-2003
US 4922756	A	08-05-1990	CA 1334798 C DE 68911294 D1 DE 68911294 T2 EP 0407479 A1 HK 1004901 A1 JP 2834245 B2 JP 3501887 T WO 8912830 A2 US 4932261 A US 5134881 A	21-03-1995 20-01-1994 07-07-1994 16-01-1991 11-12-1998 09-12-1998 25-04-1991 28-12-1989 12-06-1990 04-08-1992
WO 0204836	A	17-01-2002	CN 1418295 T WO 0204836 A2 JP 2004502910 T US 2002191493 A1	14-05-2003 17-01-2002 29-01-2004 19-12-2002
JP 04034226	A	05-02-1992	JP 2960112 B2	06-10-1999
JP 04185698	A	02-07-1992	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/CH 03/00709

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 F16F1/10 F16F1/02 G04B1/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F16F G04B G01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 408 (M-1647), 29 juillet 1994 (1994-07-29) & JP 06 117470 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP), 26 avril 1994 (1994-04-26) abrégé	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 265 (M-515), 10 septembre 1986 (1986-09-10) & JP 61 088033 A (KYOCERA CORP), 6 mai 1986 (1986-05-06) abrégé	1
P, X	DE 101 27 733 A (SILICIUM ENERGIESYSTEME E K DR) 6 février 2003 (2003-02-06) le document en entier	1
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 février 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

11/03/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Pemberton, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/CH 03/00709

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 922 756 A (HENRION W S) 8 mai 1990 (1990-05-08) colonne 3, alinéa 2 ----	2,3
A	WO 02 04836 A (HARA TATSUO ;SEIKO EPSON CORP (JP)) 17 janvier 2002 (2002-01-17) revendications 1,2 ----	2,3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 208 (M-1249), 18 mai 1992 (1992-05-18) & JP 04 034226 A (TOSHIBA CORP), 5 février 1992 (1992-02-05) abrégé ----	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 501 (C-0996), 16 octobre 1992 (1992-10-16) & JP 04 185698 A (SEIKO EPSON CORP), 2 juillet 1992 (1992-07-02) abrégé -----	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/CH 03/00709

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 06117470	A	26-04-1994	AUCUN	
JP 61088033	A	06-05-1986	AUCUN	
DE 10127733	A	06-02-2003	DE 10127733 A1	06-02-2003
US 4922756	A	08-05-1990	CA 1334798 C	21-03-1995
			DE 68911294 D1	20-01-1994
			DE 68911294 T2	07-07-1994
			EP 0407479 A1	16-01-1991
			HK 1004901 A1	11-12-1998
			JP 2834245 B2	09-12-1998
			JP 3501887 T	25-04-1991
			WO 8912830 A2	28-12-1989
			US 4932261 A	12-06-1990
			US 5134881 A	04-08-1992
WO 0204836	A	17-01-2002	CN 1418295 T	14-05-2003
			WO 0204836 A2	17-01-2002
			JP 2004502910 T	29-01-2004
			US 2002191493 A1	19-12-2002
JP 04034226	A	05-02-1992	JP 2960112 B2	06-10-1999
JP 04185698	A	02-07-1992	AUCUN	